

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-298029

(P2001-298029A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 21/3205		H 0 1 L 21/60	3 0 1 P 5 F 0 3 3
21/60	3 0 1	21/88	T 5 F 0 4 4

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-381501(P2000-381501)

(22) 出願日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(31) 優先権主張番号 09/465075

(32) 優先日 平成11年12月16日 (1999. 12. 16)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 09/465089

(32) 優先日 平成11年12月16日 (1999. 12. 16)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッドアメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ
ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600

(72) 発明者 サイレッシュ チッティベッディ

アメリカ合衆国 18104 ペンシルヴァニ
ア, アレントウン, ルネイブ トレイル
308

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫 (外11名)

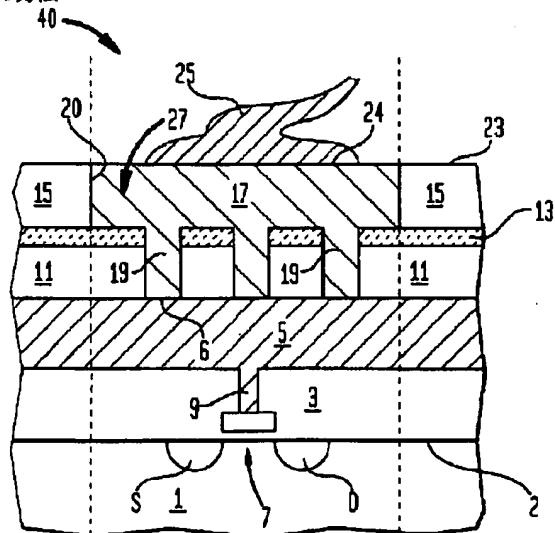
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストレスを減少してパッドの下に回路を入れることができるようにするためのデュアル食刻ボン

(57) 【要約】 修正構造およびそれを形成するための方法

【課題】 ボンドパッドの下領域を能動デバイスのため
に利用することができるボンダパッド構造。

【解決手段】 集積回路の内部にデュアル食刻ボンダパ
ッドを形成するための方法が、ストレス効果に対して抵抗
性があり、ボンダパッドを能動回路の上に形成すること
ができる。開口部の上の部分の底面上に障壁膜を有して
いるボンダパッドの開口部を形成することによってデュ
アル食刻構造を形成するステップと、底面を通して下
側に伸びているビアを形成する。障壁膜はボンダパッド
の開口部の上側の部分の底面を形成し、また、デュアル
食刻構造を形成するために底面を通して伸びているビア
も含む。ボンダパッドは、外部配線をボンダパッドにボ
ンドする時に発生する可能性のあるクラッキングなどの
ストレス効果に対して強いボンダパッドを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 能動デバイスが上に形成されている基板領域の上に形成されたボンドパッドを含んでいる半導体デバイスであって、前記ボンドパッドは、下側の面が障壁膜から形成されている開口部の内部に形成され、少なくとも1つのビアが前記下側の面を通して、そして前記障壁膜の下に蒸着されている誘電体膜を通して形成されている半導体デバイス。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記基板領域と前記誘電体膜との間に挿入されている導電膜をさらに含む半導体デバイス。

【請求項3】 請求項2に記載の半導体デバイスにおいて、前記ボンドパッドが前記少なくとも1つのビアを通して前記導電膜に対して結合されている半導体デバイス。

【請求項4】 請求項2に記載の半導体デバイスにおいて、前記導電膜が少なくとも1つの能動デバイスに結合されている半導体デバイス。

【請求項5】 請求項2に記載の半導体デバイスにおいて、前記導電膜がパターン化された膜を含む半導体デバイス。

【請求項6】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記障壁膜がTiNを含む半導体デバイス。

【請求項7】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記障壁膜がTa、Ti、Ta₂N、WSi、WSi₂N、TaSiおよびTiSiから構成されているグループから選択された1つの材料から形成されている半導体デバイス。

【請求項8】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記ボンドパッドの頂面に結合されている導電線をさらに含む半導体デバイス。

【請求項9】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記ボンドパッドの開口部の内部にある少なくとも1つのボンドパッド金属の上に形成された障壁膜をさらに含む半導体デバイス。

【請求項10】 請求項1に記載の半導体デバイスにおいて、前記ボンドパッド金属が、W、Al、Cu、アルミニウム合金および銅合金の1つを含む半導体デバイス。

【請求項11】 請求項2に記載の半導体デバイスにおいて、前記導電膜がW、Al、Cu、アルミニウム合金および銅合金の1つを含む半導体デバイス。

【請求項12】 半導体デバイスの内部にボンドパッドを形成するための方法であって、

- a) 上に形成された複数の能動デバイスを含んでいる半導体基板を提供するステップと、
- b) 前記基板の上に下側の誘電体膜を形成するステップと、
- c) 少なくとも1つのボンドパッド領域の中の下側の誘電体膜の上に障壁膜を形成し、前記ボンドパッド領域が

少なくとも1つの能動デバイスを含んでいるようにするステップと、

d) 前記障壁膜および前記下側の誘電体膜の上に上側の誘電体膜を形成するステップと、

e) 前記ボンドパッド領域から前記上側の誘電体膜を取り除き、それによって前記障壁膜を露出させ、ボンドパッドの開口部を形成するステップと、

f) 前記ボンドパッド領域の内部に少なくとも1つのビアを形成し、各ビアが前記障壁膜を通して、そして前記下側の誘電体膜を通して伸びているようにするステップと、

g) 前記少なくとも1つのビアおよび前記ボンドパッドの開口部を金属膜で実質的に充填するステップとを含む方法。

【請求項13】 請求項12に記載の方法において、前記ステップg)が前記少なくとも1つのビアの内部および前記ボンドパッドの開口部の内部に銅およびアルミニウムのうちの少なくとも1つを含んでいる金属膜を蒸着するステップを含む方法。

【請求項14】 請求項12に記載の方法において、前記ステップf)が反応性イオン・エッチングを含む方法。

【請求項15】 請求項12に記載の半導体デバイスにおいて、前記ステップe)が前記上側の誘電体膜を選択的にエッチングするステップを含む方法。

【請求項16】 請求項12に記載の方法において、前記ステップc)が前記下側の誘電体膜上にTiN膜を蒸着するステップを含む方法。

【請求項17】 請求項12に記載の方法において、前記ステップg)が前記少なくとも1つのビアの内部および前記ボンドパッドの開口部の内部に金属膜を蒸着し、次に前記頂面の上から前記蒸着された金属膜の部分を除去するステップを含む方法。

【請求項18】 請求項17に記載の方法において、前記蒸着された金属膜の部分が前記頂面から化学的機械的研磨によって取り除かれるようになっている方法。

【請求項19】 請求項18に記載の方法において、前記金属膜がボンドパッド金属膜の上に形成されたもう1つの障壁膜を含む複合膜である方法。

【請求項20】 請求項12に記載の方法において、前記ボンドパッド領域の内部の半導体基板上に導電膜を形成するステップa1)をさらに含み、そして前記ステップb)が前記導電膜上に前記下側の誘電体膜を形成するステップを含む方法。

【請求項21】 請求項12に記載の方法において、前記ボンドパッド領域の少なくとも内部にある半導体基板上にパターン化された導電膜を形成するステップa1)をさらに含み、前記ステップb)が前記パターン化された導電膜上に前記下側の誘電体膜を形成するステップを含み、前記ボンドパッド領域の内部の少なくとも1つのビ

アが前記パターン化された導電膜の領域を露出させるようになっている方法。

【請求項22】 請求項12に記載の方法において、前記ステップc)がTa、Ti、Ta₂N、TiN、TaSi、TiSi、WSiおよびWSiNから構成されているグループから選択された材料から形成された1つの膜を蒸着するステップを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、概して、集積回路の分野に関し、特に、集積回路および、ボンドパッドの下に能動回路の少なくとも一部分を配置している集積回路を形成するための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現代の先進の半導体プロセス技術によって、集積回路デバイスの内部の集積レベルを高めることができるようになるにつれて、集積回路デバイスが作られる基板の内部の利用できる空間を十分に利用することが益々重要になってきている。集積回路デバイスはそれが形成されている半導体基板の内部にまだ含まれている時は、特にチップとしても知られている。チップのサイズは大部分において完成された集積回路デバイスを形成するために組み合わせる個々のデバイスの密度および個数によって決定される。チップのサイズを最小化または削減することによって、固定された寸法の基板の内部に、より多くのチップを生成することができ、それによって製造コストが下げられる。

【0003】各集積回路デバイスは外部部品に対して電気的接続を提供するために使われる多数のボンドパッドを含む。より詳しく言えば、組立集積回路パッケージの外部ピンと集積回路そのものとの間の電気的接続は、一般にそのチップの周辺に置かれているボンドパッドを通じて行われる。ボンドパッドは金属領域であり、それは複数の個々のデバイスに電気的に接続され、個々のデバイスが組み合わせあって、パッファおよび他の電気的導体相互接続によって集積回路を形成する。外部の配線をボンドパッドに対して結合するために使われる従来のボンディング技術のため、そしてまた設計の制約のために、ボンドパッドの寸法は、その集積回路デバイスを形成するために組み合わせられるトランジスタまたは他の個々のデバイスなどの他の部材に比較して大きい。従って、ボンドパッドはチップ表面の大きな部分を占有するか、またはカバーする。従って、ボンドパッドの下領域はチップを含んでいる基板の表面の大きな部分を占める。従来、ボンドパッドを形成するために使われる領域は、ある意味では、その集積回路の他のデバイスを形成するために使うことができる領域を犠牲にしていた。従って、ボンドパッドの下に能動デバイスを提供することによってその集積回路の集積レベルを増加させることができ、そしてまた、チップ・サイズを小さくすることもできる

ことを理解することができるだろう。

【0004】パッケージとボンドパッドとの間の電気的接続は、高い導電性以外に、物理的なインテグリティを必要とする。集積回路のボンドパッドに対してパッケージの外部配線をボンドするために使われる従来のボンディング・プロセスは、通常、超音波エネルギー以外に、高い温度、高い圧力のいずれかまたはその両方を必要とする。これらの効果は物理的なインテグリティが高く、そして電気抵抗が小さい外部配線とボンドパッドとの間の接続を行うために必要である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、配線をボンドパッドに結合するために使われるこれらの条件によって、ボンドパッドが普通に形成される誘電体膜の中に欠陥を生じる可能性がある。

【0006】ボンドパッドは従来はボンドパッドの金属を基板から、およびそのボンドパッドの下に形成される可能性のある他の電気的デバイスから電気的に絶縁するための誘電体の上に形成される。外部配線をボンドパッドに結合するために使われる従来の方法の条件によって、ボンドパッドの下に形成される誘電体膜の中に機械的ストレスが発生する可能性がある。そのストレスによって欠陥が生じる可能性があり、その欠陥の結果、ボンドパッドとその下にある基板（導電性であることが多い）、および他のデバイス（それらがボンドパッドの下に形成される場合）との間に形成される誘電体を通して漏洩電流が流れる可能性がある。従って、従来のプロセス技術を使うことによって、これらの漏洩電流が、ボンドパッドの下に能動デバイスを組み込むことの妨げとなる。この制限によって集積レベルが低下し、そしてデバイスの目的のために基板の空間を有効に利用することができなくなる。

【0007】ボンドパッドの下領域を能動デバイスのために使うための試みがなされてきた。その試みは従来のワイヤ・ボンディング技術を使ってなされてきた。例えば、チッティペディ (Chittipeddi) 他に対する米国特許第5,751,065号は基板とボンドパッドとの下に形成された他のデバイスに及ぼすボンディング・プロセスのストレスの影響を最小化するために、ボンドパッドの下に形成される誘電体の下に追加の金属膜を提供することを開示している。金属は柔軟であり、そのストレスを吸収するように働く。しかし、追加の金属膜を使ったこの技法は、その修正されたボンドパッド構造を作るために金属膜を蒸着してパターニングするための追加のプロセス・ステップのシーケンスを必要とする。これらの追加のプロセス・ステップは時間が掛かり、集積回路を作るための製造コストおよび材料コストを増加させる。

【0008】本発明は、従来の技術の欠点を克服し、ボンドパッドの下領域を能動デバイスのために利用する

ことができるボンドパッド構造を形成するための新しいデバイスおよび方法を提供する。その方法は従来のワイヤ・ボンディング技法を使うことによって発生されるストレスを収容する目的で別の金属膜を形成することを必要としない。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、集積回路デバイスの内部の能動デバイスの上にデュアル食刻ボンドパッド構造が形成される。ボンドパッドの開口部の上の部分は障壁膜および複数のビアホールから形成されている下側の面を含み、ビアホールはその障壁膜を通り、そしてその障壁膜の下の誘電体膜を通して伸びている。ボンドパッドは金属から形成され、そしてビアホールがボンドパッドの金属と他の部材との間の電気的接続を提供し、他の部材のいくつかはボンドパッドの下に形成されている能動デバイスである。

【0010】本発明のもう1つの態様によれば、デュアル食刻ボンドパッド構造が集積回路デバイスの内部の能動デバイスの上に形成される。そのボンドパッドの開口部の上部は、1つの障壁層と複数のビアホールから形成され、ビアホールは障壁膜を通して、その障壁膜の下誘電体膜を通して伸びている。ボンドパッドは金属から形成され、ビアホールはボンドパッドの金属と他の部材との間の電気的接続を提供する。他の部材のいくつかはボンドパッドの下に形成されている能動デバイスである。

【0011】

【発明の実施の形態】添付の図面を参照しながら、以下の詳細な説明を読めば本発明を最もよく理解することができる。ここで、通常の慣習により、図面の種々の部材は正確に縮尺したものではないことを強調しておく。それどころか、種々の部材の寸法は、図を見やすくするために、任意に大きくしたり、小さくしてある。図1は、本発明のボンドパッド構造を示している断面図である。ボンドパッド27が基板1の上に形成されているボンドパッド領域40の内部に形成されている。ボンドパッド領域40の内部およびボンドパッド27の下にトランジスタ7などの能動デバイスを形成することができる。

【0012】さらに詳しく言えば、図1は、基板1の上のボンドパッド領域40の中に形成されたボンドパッド27を示している。基板1は任意の適切な基板であってよく、その上に半導体デバイスおよび集積回路が形成される。1つの実施形態においては、基板1はシリコン・ウェーハであってよい。ボンドパッド27は金属膜17から形成されている。金属膜17は集積回路の内部で導電膜として使われる任意の適切な金属膜であってよい。そのような導電膜の例としては、タングステン、アルミニウム、銅およびそれらの合金、例えば、AlCuSiなどがある。他の例示としての実施形態(図示せず)においては、金属膜17は上記の金属膜の1つ、および障

壁膜などの別の膜を含んでいる複合膜であってよい。

【0013】ボンドパッド27は障壁膜13から形成されている下側の面14を含む。図1に示されている実施形態においては、障壁膜13はボンドパッド領域40を超えて周辺へも伸びている。ボンドパッド27の頂面24は、上部の誘電体膜15の頂面23と本質的に同一平面上にあり、誘電体膜15の内部にボンドパッドの開口部20が形成されている。障壁膜13の下に下側の誘電体膜11があり、それは一般にボンドパッド27を導電膜5から、そしてボンドパッド27の下にボンドパッド領域40の内部に形成される可能性のある他の能動デバイスから絶縁する。この実施形態においては、ビアホール19(以下「ビア」)はボンドパッド27と導電膜5との間の直接の電気的接続を提供する。各種の実施形態において、導電膜5はパターン化することができるアルミニウムまたは銅などの金属膜、ポリシリコンまたは他の半導体膜またはパターン化された半導体膜であってよい。1つの実施形態においては、導電膜5はAlCuSiまたは他のアルミニウムまたは銅の合金などのパターン化された金属合金膜とすることができる。

【0014】金属膜17は、上部の誘電体膜15の内部に形成された開口部20の内部に含まれている。電気的接続がボンドパッド27と導電膜5との間に、ボンドパッドの底面14を形成する障壁膜13を通して、そして下側の誘電体膜11を通して形成されているビア19によって提供されている。開口部20とビア19と一緒にデュアル食刻構造を形成する。図1に示されている実施形態においては、導電膜5はさらに、絶縁膜3の中に形成されているコンタクト9によって、ボンドパッド領域40の内部の基板1の上に形成されているトランジスタ7に対して結合されている。他の実施形態においては、導電膜5は、ボンドパッド領域40の内部に含まれていない他のデバイスに対して追加的に、あるいは代わりに横方向に接続されるようにすることができる。

【0015】図1は、導電膜5の面6に対してそれぞれ直接に伸びているビア19を示しているが、導電膜がパターン化された膜である実施形態においては、パターン化された導電膜5が存在しない場所のボンドパッド領域40の内部の領域までビア19を追加的に、あるいは代わりに伸ばすことができる。

【0016】絶縁膜3は、ボンドパッド領域40の内部の基板1の上および内部に形成された他のデバイスから導電膜5を一般的に絶縁する。ボンドパッド27の下に基板1の内部に、そしてボンドパッド領域40の内部に形成されたソース領域Sおよびドレイン領域Dを含んでいるトランジスタ7が示されているが、他の能動デバイスも使えることを理解されたい。本発明の1つの利点は、任意の各種の能動デバイスを、ボンドパッド領域40の内部およびボンドパッド27の下に基板1の中または内部に形成することができることである。これはボン

ドパッドのデュアル食刻構造および、ボンドパッド領域40の内部のボンドパッド開口部の下側の面を形成している障壁膜13の存在のためである。さらに、2つ以上の能動デバイスをボンドパッド領域40の内部に含めることができることを理解されたい。

【0017】図1に示されている完成された構造はボンドパッド27の頂面24に対してボンドされている導電性の外部配線25も含む。本発明のボンドパッドの構造のために、外部配線25が従来のボンディング方法（下にある基板に、通常、ストレスを加える）を使って頂面24に対して外部配線25がボンドされる時、下側の誘電体膜11などの下にある誘電体膜におけるクラックの形成が防止される。従って、ボンディング・プロセスに付随するストレスの影響が緩和される。下にある誘電体膜を通しての漏洩が抑圧され、ボンドパッド40の内部でボンドパッド27の下にトランジスタ7などの能動デバイスを含めることができる。

【0018】図2は、本発明によるボンドパッド構造のもう1つの実施形態を示している。図2に示されている構造は図1に示されているボンドパッド構造と実質的に同じであるが、図2においては障壁膜13はボンドパッド領域40を超えて周辺までは伸びていない。ボンドパッド領域40の内部の障壁膜13の存在およびビア19を含んでいるボンドパッド27のデュアル食刻構造は、外部配線25がボンドパッド27の頂面24にボンドされるボンディング・プロセスの間に下にある膜の中のストレス関連の欠陥を抑圧するのに十分である。図2の他の特徴は図1の特徴と同じであり、図1に関連して説明されたのと同じである。

【0019】図3は、図1および図2に示されている各断面構造の頂面を示している平面図である。従って、点線19はボンドパッドの下およびボンドパッド領域40の内部に形成されている部材に対する接続を提供することができるボンドパッドから下に伸びている図1および図2に示されているビアを表している。リード線29は基板1の上または内部に形成されている他の部材に対する電気的接続を提供する。ボンドパッド27の構成は、図3に示されている四角形の構造に限定されることが意図されていないことを理解されたい。むしろ、ボンドパッド27は各種の形状をとることができる。例えば、ボンドパッド27の形状は四角形、梯形または円形であってよい。さらに、本発明のボンドパッド構造は図3に示されているビア19の数および配置構成に限定されることも意図されていない。図3に示されている9個のビアは例を示すためだけのものである。各種の実施形態において、本発明によって形成されるデュアル食刻ボンドパッド構造は任意の数のビア開口部19を含むことができる。ボンドパッド領域40の中に単独のビアだけがあってもよい。

【0020】図1、図2および図3のそれぞれに関し

て、明確のために各種の部材が拡張または縮小されていることを強調しておく。図1～図3に示されている部材の相対的寸法は物理的な実施形態における部材の実際の相対的寸法を実際に表すことを意図しているものではなく、主として説明的なものである。例えば、図に示されている各膜の厚さは、その膜の相対的構成を示すために、ボンドパッド構造の横方向の寸法に比べて増加されている。

【0021】ここで、図4A～図4Mを参照すると、本発明のもう1つの態様が示されている。図4A～図4Mは、ボンドパッド構造の各種の実施形態を形成するために使われるプロセス操作のシーケンスを示している。図4Aは導電膜5を示している断面図であり、導電膜5の上に本発明のボンドパッドが形成される。図1および図2に示されているように、導電膜5はボンドパッド領域の内部に、そしてボンドパッド領域の内部の導電膜5の下に形成される能動デバイスを含んでいる基板上に形成される。明確化の目的で、導電膜5の下の部分構造は図4A～図4Mには示されていないが、ボンドパッド領域40は基板の上または内部およびボンドパッドの下に形成される能動デバイスを含むことを理解されたい。導電膜5の下の基板および能動デバイス（図示せず）は図1に関連して説明されたようなものである。1つの実施形態においては、導電膜5はタングステン、アルミニウム、銅、アルミニウム合金、または銅合金などの金属膜であるか、あるいはポリシリコンなどの半導体膜であってよい。導電膜5はパターン化された膜であってよく、そして1つの実施形態においては、上にボンドパッドが形成される領域（ボンドパッド領域40）の内部でパターン化される。

【0022】ここで、図4Bを参照すると、下側の導電膜11が示されている。下側の導電膜11は酸化物、窒素酸化物または他の誘電体膜であってよく、そして化学蒸着（CVD）などの従来の方法で形成することができる。図4Cは、下側の誘電体膜11の上に形成された障壁膜13を示している。障壁膜13はCVD、スパッタリングまたは蒸着などの従来の方法によって形成することができる。障壁膜13は頂面14を含み、それはそれで降で蒸着されて誘電体膜の上に形成されるボンドパッドの開口部の下側の面を究極的には形成することになる頂面14を含む。障壁膜13はボンドパッド領域40の内部に形成され、そしてボンドパッド領域40を超えて横方向にも伸びているように示されている。もう1つの実施形態に対しては障壁膜は従来の方法を使ってパターン化することができ、そしてボンドパッド領域40の内部にのみとどまる。各種の実施形態においては、障壁膜13はタンタル（Ta）、珪化タンタル（TaSi）、窒化タンタル（Ta₃N₂）、チタン（Ti）、珪化チタン（TiSi）、窒化チタン（TiN）、珪化タングステン（WSi）、または珪化窒化タングステン（WSi₂N₂）

N) から形成された膜であってよい。もう1つの実施形態においては、障壁膜13は上記の任意の障壁膜を組み合わせることによって形成された複合膜を表すことができる。障壁膜13の厚さ21はデバイスの条件によって決定される任意の適切な厚さであってよいが、500~2000オングストロームの範囲内にあることが好ましい。

【0023】ここで、図4Dを参照すると、上方の誘電体膜15が障壁膜13の頂面14の上に形成されている。上方の誘電体膜15は酸化物、窒素酸化物または他の誘電体膜であってよく、そして下側の誘電体膜11と同じであってもよく、異なってもよい。上側の誘電体膜15の厚さ16はデバイスの条件によって決定される任意の適切な厚さであってよい。各種の実施形態において、厚さ16は200~20,000オングストロームの範囲内にあることがよい。上側の誘電体膜15は頂面23を含み、そしてCVDまたはプラズマ強化型CVDなどの従来の方法を使って形成することができる。

【0024】図4Eは、ボンドパッド領域40の中にある上側の誘電体膜15の部分を取り除くことによって、ボンドパッド領域40の内部に形成されているボンドパッドの開口部20を示している。これは上側の誘電体膜15の頂面23の上に形成されているマスキング膜31の内部にマスキング・パターンを形成することによって行われる。フォトレジストなどの感光性のマスキング膜31を頂面23の上にコーティングし、その後、従来の方法を使ってその膜をパターンニングすることなどの従来のプロセス技法を使うことができる。マスキング膜31の中にパターンが形成された後、開口部20が次にエッチング法によって形成される。ウェットの、化学的エッチング法を使うことができ、あるいはドライの、RIE（反応性イオン・エッチング）プラズマ・エッチング法を採用することができる。ボンドパッド領域40から上側の誘電体膜15を選択的に取り除き、そして障壁膜13をあまり傷めない任意の適切なエッチング手順を使うことができる。理解できるように、ボンドパッド領域40においては、上側の誘電体膜15の厚さ16全体がエッチングによって取り除かれ、開口部20が作り出される。開口部20は下側の面14を含み、下側の面14は障壁膜13の頂面でもある。ボンドパッド領域40の内部および導電膜5の下に、少なくとも1つの能動デバイスが形成される（図1および図2参照）ことがさらに理解されるべきである。開口部20が形成された後、マスキング膜31を従来の方法によって取り除くことができる。

【0025】図4Fは、デュアル食刻処理シーケンスにおいて使われるそれ以降でのパターンニングのステップを示している。図4Fにおいて、マスキング膜33が従来の方法を使って形成されてパターン化される。1つの実施形態においては、マスキング膜33は図4Eに示され

ている感光性の膜31に似ているか、あるいは同一の感光性の膜であってよい。パターンが形成され、そのパターンはビア19を含み、ビア19はボンドパッドの開口部20（図4Hに示されるような）の内部に形成されるべき金属ボンドパッドと、導電膜5との間に電気的コンタクトを提供することができる。パターンが形成された後、RIEまたはプラズマ・エッチング技法が、マスキング膜33によってカバーされていない障壁膜13の部分を取り除くために使われる。

【0026】障壁膜13の除去が完了した後、後続のエッチング・プロセスが、障壁膜13が取り除かれた場所のビア19の領域の中の下側の誘電体膜11の部分を取り除くために使われる。従来の反応性イオンエッチング・プロセスを使って誘電体膜11を選択的に取り除くことができるが、それは導電膜5をあまり傷つけない。図4Gはボンドパッドの開口部20から下にある導電膜5の露出された面6まで伸びているビアの開口部19を示している。ビア19が障壁膜13および下側の誘電体膜11の厚さ全体にわたってエッチングによって形成された後、従来の方法を使ってマスキング膜33を取り除くことができる。各種の実施形態において、導電膜5はパターン化された膜であってよいことを理解されたい。従って、ビア19はパターン化された導電膜5の面6まで下に伸び、それによってパターン化された導電膜5の領域が露出され、あるいは、パターン化された導電膜5が存在しない領域において、ボンドパッド領域40の内部の他の部材まで代わりに下方に伸びることができる。各種の実施形態に従って、ボンドパッドの開口部20の底面を通して任意の数のビアを形成することができることをさらに理解されたい。

【0027】処理シーケンスのもう1つの例（図示せず）において、いくつかのパターンニングおよびエッチングのプロセス操作の順序を逆にすることができる。第2の実施形態によれば、エッチングに先立って図4Dに示されているように完成された膜構造が形成された後、そのボンドパッド領域の内部にビア（複数の場合もある）が先ず最初に形成される。図4Fに示されているようなマスキング膜33のパターンに似たパターンを作り出すために第1のマスキング膜をパターンニングし、そして次に上側の誘電体膜および障壁膜の厚さ全体にわたってエッチングすることによってビアの開口部が形成される。第1のマスキング膜が取り除かれた後、第2のマスキング膜を使ってボンドパッド領域全体を露出させ、それが次にボンドパッド領域から上部の誘電体膜の厚さ全体を取り除くためにエッチングされるようにすることによって別のパターンが形成される。この誘電体のエッチングは下にある導電膜の上側の面まで降りるビアの開口部を同時にエッチングし、第2のマスキング膜が取り除かれた後、図4Gに示されているビアおよび構造を作り出す。この第2の実施形態に従って、異なるプロセス・シ

ーケンスが使われたが、図4Gに示されているように結果の構造は同じである。

【0028】図4Hは、ボンドパッドの開口部20の内部およびビア19の内部に形成され、それによってボンドパッド27から導電膜5のような下にある部材に対して電氣的コンタクトを提供する金属膜17を示している。金属膜17はタングステン膜、銅の膜、アルミニウム膜、アルミニウム・シリコン膜またはアルミニウム銅シリコン膜、または他の適切な金属膜であってよい。ボンドパッドの金属膜17はスパッタ蒸着、蒸着、化学蒸着または他の手段によって形成することができる。蒸着において、金属膜17は上側の誘電体膜15の頂面23の上に形成された部分を含んでいる連続の膜である。1つの実施形態においては、金属膜17の厚さ18はボンドパッドの開口部20が金属膜17で完全に満たされることを確保するためにボンドパッドの開口部20の深さ（図4Dに示されているような上側の誘電体膜15の厚さ16）より大きくなるように選定される。金属膜17の厚さ18は上側の誘電体膜15の厚さに従って変化する可能性があるが、2ミクロン程度まで大きくてもよい。膜の蒸着の後、化学的機械的研磨（CMP）などの研磨方法を使って頂面23の上に置かれている金属膜17の部分を取り除き、それによって図4Iに示されているボンドパッド構造を作り出すことができる。ボンドパッド27の頂面および上部面24は、スムーズで連続的な面を形成し、そして実質的に同一平面上にあることが分かる。ボンドパッド27の頂面23は、その後、図1に示されているように外部の配線に対してボンドされる。

【0029】図4Jは、本発明のボンドパッドのもう1つの実施形態を示している。図4Jに示されているボンドパッドは、上側の障壁膜35を含む。上側の障壁膜35は次の方法でその構造に対して付加される。ボンドパッドの開口部20を完全に満たすのに十分な厚さの金属膜17を蒸着する代わりに（図4Hに示されている構造を形成するために使われたように）、金属膜17がボンドパッドの開口部20を完全に満たす前に、金属膜17の蒸着が停止される。この点において、上側の障壁膜35がボンドパッドの金属膜17の頂面の上に、ボンドパッドの開口部20の内部の部分を含めて形成される。上側の障壁膜35は障壁膜13に関連して示された任意の膜を含むことができ、そして1000オングストローム程度の大きさの厚さであってよい。上側の障壁膜35はスパッタリング技法、または化学蒸着または他の蒸着プロセスを使って形成することができる。上側の障壁膜35がボンドパッドの金属膜17の上およびボンドパッド領域20の内部に形成された後、CMPなどの研磨技法が使われて、上側の誘電体膜15の頂面23の上にあるボンドパッドの金属膜17および上側の障壁膜35の部分を取り除かれる。

【0030】図4Jに示されている実施形態のボンドパッドは、そのボンドパッドの下に形成されている能動デバイスも含むことを理解されたい。この特徴は図1および図2の実施形態に示されている完成されたボンドパッド構造の中に示されている。さらに、この実施形態はボンドパッド領域40の外側の領域から取り除かれている障壁膜13を代わりに含むことができる。図4Jに示されている実施形態は図1および図2のそれぞれに示されているように外部配線に対してボンドされることをさらに理解されたい。

【0031】本発明の方法のもう1つの実施形態によれば、図2に示されている構造を形成するために、プロセス操作のシーケンスを仕立て上げることができる。図2に示されているボンドパッド構造は、図1に示されているボンドパッド構造とは、障壁膜13が図2におけるボンドパッド領域40を超えて横方向には伸びていないことにおいて異なっている。この実施形態を形成するために使われるプロセス操作のシーケンスは、下側の誘電体膜11の上に障壁膜13を形成し、次に上側の誘電体膜を形成する前に障壁膜13を図4Kに示されているようにパターンニングするステップを含む。下側の誘電体膜11および障壁膜13は両方とも図4B～図4Cに関連して説明されたようなものである。従来のパターンニングの方法を使って障壁膜をパターン化し、そしてボンドパッド領域40を超えて横方向に伸びている障壁膜の部分を取り除くことができる。

【0032】ここで、図4Lを参照すると、上側の誘電体膜15がパターン化された障壁膜13の上に形成されている。上側の誘電体膜15は図4Dに関連して説明されたのと同じである。次に、ボンドパッドの開口部20が上側の誘電体膜15の内部に形成され、それは障壁膜13を露出させる。ボンドパッドの開口部20が図4Eに関連して説明されたように形成され、ビア19が図4Fおよび図4Gに関連して説明されたように形成される。

【0033】図4Mは、ボンドパッド領域40の内部のボンドパッドの開口部20の底面14を形成している障壁膜13を示している。ボンドパッドは金属膜17で満たされており、金属膜17は図4Hおよび図4Iに関連して説明されたように形成される。障壁膜13は図4E～図4Jに示されている障壁膜とは異なるものであることが分かる。図4Mに示されている障壁膜13は上側の誘電体膜15の下で、ボンドパッド領域40の外側の領域である領域41へは伸びない。図4Mに示されている構造は図2に示されていて説明されたボンドパッド構造の上側の部分と同じである。

【0034】本発明は、単独のボンドパッドに関連して示され、記述されてきたが、その方法および構造は基板上に形成された複数の集積回路の内部に同時に形成される複数のボンドパッドを包含することを理解されたい。

本発明はボンドパッドの下の特定の構造に対して限定されることを意図してはならず、本発明は底面として障壁層を有し、そのボンドパッド領域の内部で底面の下に垂直に伸びている任意の数のビアを伴っているボンドパッドの開口部の内部に形成されたボンドパッドをカバーする。ボンドパッドの下にはパターン化された任意の数の異なる能動デバイスがボンドパッド領域の内部にある可能性のある導電膜であってよい。ビアは、導電膜または他の能動デバイスの上に対する電気的接続を提供することができる。ボンドパッドの下の導電膜をボンドパッド領域の内部または外部の能動デバイスに対して結合することができる。個々の集積回路デバイスを形成するために組み合わせる個々のボンドパッドは互いに構造が変化することもあり得る。

【0035】前記説明は、本発明の原理を単に示しているに過ぎない。従って、この分野の技術に熟達した人には、ここには明示的には説明または示されていないが、本発明の原理を実施し、そして本発明の精神および範囲内に含まれる各種の配置構成を工夫することができることを理解されたい。さらに、ここで示されたすべての例および条件付き言語は説明の目的のためだけにあり、そして読者がこの分野の技術を促進するために発明者によって貢献された本発明の原理および概念を理解するのを支援するため、そしてそのような特に説明された例および条件に対して限定されることなしに解釈されるべきである。さらに、その特定の例以外に、本発明の原理、態様、および実施形態を記述しているすべての提示は、その構造的および機能的な等価物を包含することが意図されている。さらに、そのような等価物は現在知られている等価物および将来において開発される等価物、すなわち、その構造にかかわらず、同じ機能を実行する開発された任意の要素の両方を含むことが意図されている。従って、本発明の範囲はここに示され、記述されている実施形態に限定することは意図されておらず、本発明の範

囲および精神は添付の特許請求の範囲によって具体化されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるボンドパッド構造の一実施形態の断面図である。

【図2】本発明によるボンドパッド構造のもう1つの実施形態の断面図である。

【図3】本発明によるボンドパッドの平面図である。

【図4A】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4B】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4C】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4D】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4E】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4F】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4G】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4H】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4I】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

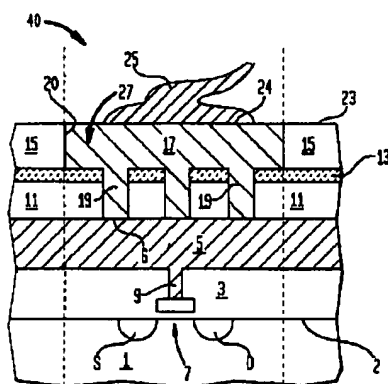
【図4J】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4K】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

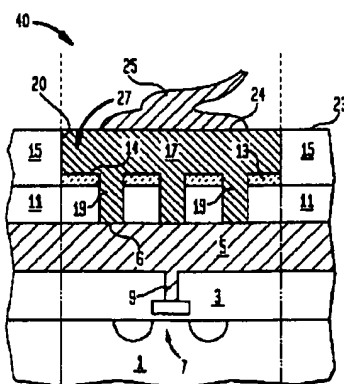
【図4L】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

【図4M】本発明の実施形態を形成するために使われるプロセス操作の各種のシーケンスの断面図である。

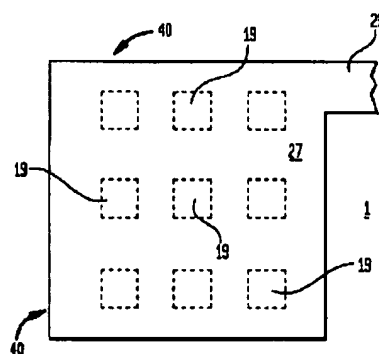
【図1】

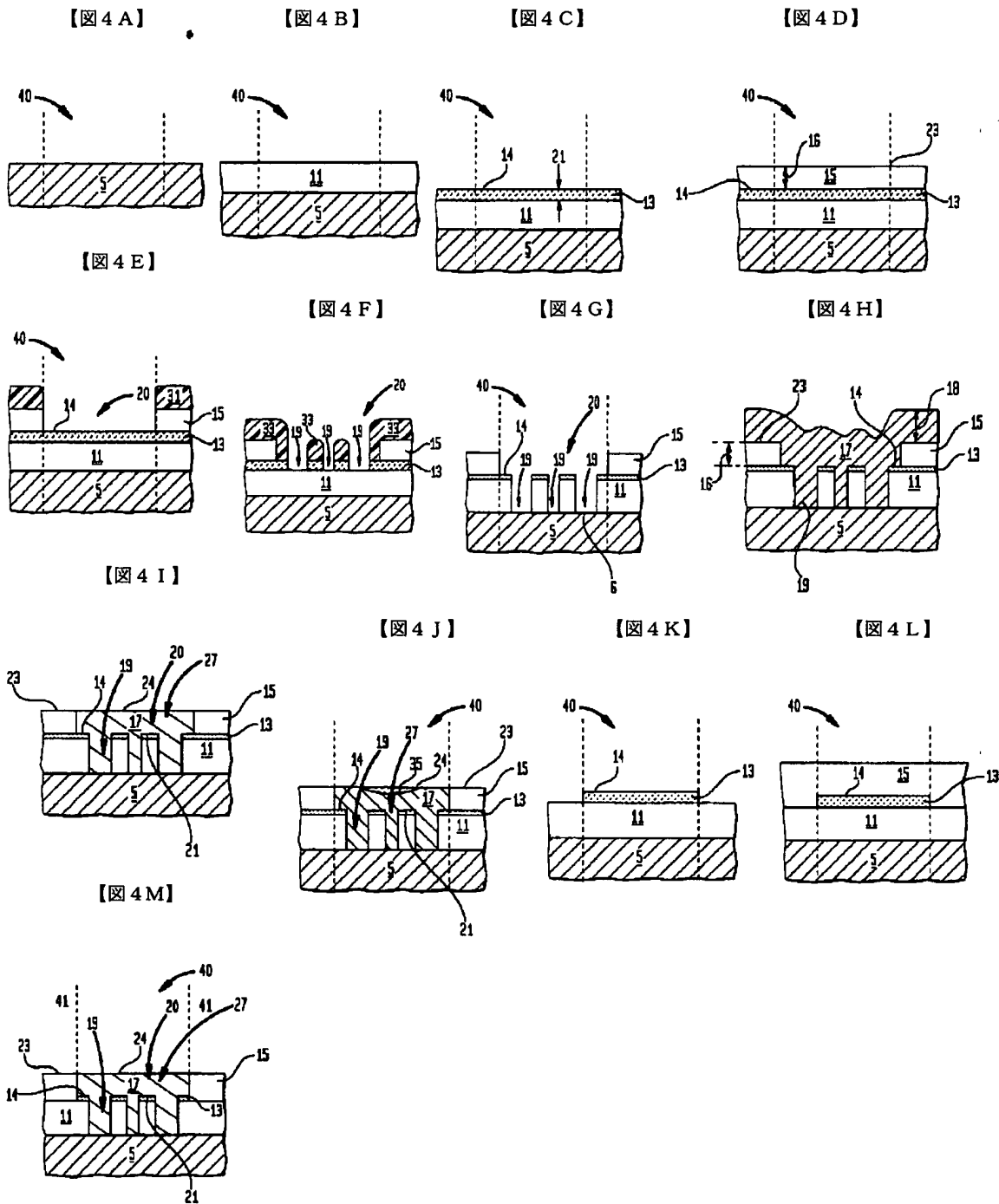


【図2】



【図3】





フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム トーマス コチラン
 アメリカ合衆国 34711 フロリダ, クラ
 ーモント, クレセント ベイ プウルヴァ
 ード 11006

(72)発明者 イヒューダ スムーハ
 アメリカ合衆国 18104 ペンシルヴァニ
 ア, サウス ホワイトホール タウンシッ
 プ, ウィンチェスター ロード 4266

F ターム(参考) 5F033 HH08 HH09 HH11 HH18 HH19
HH21 HH27 HH28 HH30 HH32
HH34 JJ08 JJ09 JJ11 JJ19
KK04 KK08 KK11 MM02 MM05
PP06 PP15 PP19 QQ09 QQ13
QQ19 QQ48 RR04 RR08 SS11
SS15 VV07 XX17 XX19 XX31
5F044 EE06 EE11 EE20 EE21